

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Juli 2001 (26.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/54322 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04B 17/07

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00494

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Januar 2001 (17.01.2001)

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOETSCH, Markus
[DE/CH]; Haselozweg 26, CH-3098 Schliem (CH).
KELLA, Tideya [CM/DE]; Tumbingerstrasse 54/42,
80337 München (DE). SCHMIDT, Peter [DE/DE];
Bahnhofstrasse 32, 67167 Erpolzheim (DE). JUNG,
Peter [DE/DE]; Im Rabental 28, 67697 Otterberg (DE).
PLECHINGER, Joerg [DE/DE]; Westermühlstrasse 16,
80469 München (DE). SCHNEIDER, Michael [DE/DE];
St.-Martin-Strasse 44A, 81541 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

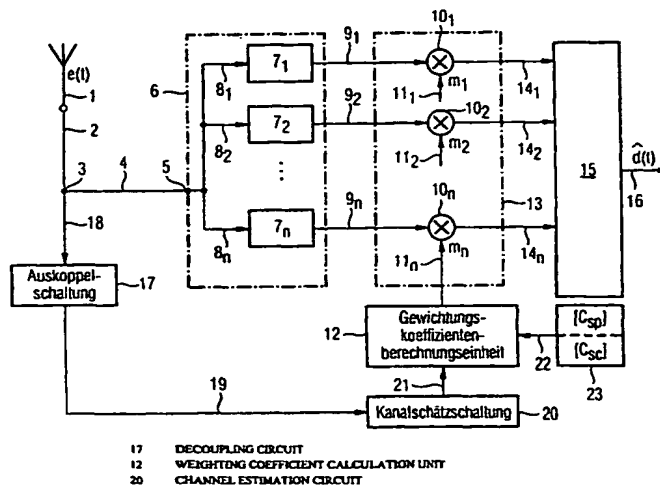
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 01 649.9 17. Januar 2000 (17.01.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CDMA RECEIVER

(54) Bezeichnung: CDMA-EMPFÄNGER



(57) Abstract: The invention relates to a CDMA receiver for receiving, in a multiple subscriber environment, a CDMA signal transmitted with a chip rate by a transmitter via different signal paths of a physical transmission channel. Said CDMA receiver comprises: a receiving device (1) for receiving the CDMA signal; a rake receive circuit (6) with a number of parallelly connected delay devices (7₁-7_n) for detecting the signal components of the CDMA signal that are transmitted via the different signal paths; a channel estimation circuit (20) for estimating the channel coefficients h of a transmission channel H by using a predetermined reference data sequence contained in the received CDMA signal; a weighting coefficient calculation device for calculating weighting coefficients m for the different signal components of the CDMA signal according to the estimated channel coefficients h and to the stored spread codes and scrambling codes; a weighting circuit (12) for weighting the signal components with the calculated weighting coefficients m, and; a combiner (15) for combining the weighted signal components to form an estimated received data signal.

(57) Zusammenfassung: CDMA-Empfänger zum Empfangen eines mit Chiptakt von einem Sender über verschiedene Signalfade eines physikalischen Übertragungskanal übertragenen CDMA-Signals in einer Mehrteilnehmerumgebung mit: einer Empfangseinrichtung (1) zum Empfang des CDMA-Signals; einer Rake-Empfangsschaltung (6) mit mehreren parallel geschalteten Verzögerungseinrichtungen (7₁-7_n) zur

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/54322 A2



(74) **Anwalt:** BARTH, Stephan; Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, Friedrichstrasse 31, Postfach 44 01 51, 80750 München (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CN, JP, KR, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Detektion der über die verschiedenen Signalpfade übertragenen Signalkomponenten des CDMA-Signals; einer Kanalschätzschaltung (20) zur Schätzung von Kanalkoeffizienten h eines Übertragungskanals H mittels einer in dem empfangenen CDMA-Signal enthaltenen vorbestimmten Referenzdatensequenz; einer Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung zur Berechnung von Gewichtungskoeffizienten m für die verschiedenen Signalkomponenten des CDMA-Signals in Abhängigkeit von den geschätzten Kanalkoeffizienten h und abgespeicherten Spreizungs- und Verwürfelungscodes; einer Gewichtungsschaltung (12) zur Gewichtung der Signalkomponenten mit den berechneten Gewichtungskoeffizienten m ; und mit einem Kombinerer (15) zum Zusammensetzen der gewichteten Signalkomponenten zu einem geschätzten Empfangssignalsignal.

Beschreibung

CDMA-Empfänger

- 5 Die Erfindung betrifft einen CDMA-Empfänger zum Empfangen eines mit Chiptakt von einem Sender über verschiedene Signalfade eines physikalischen Übertragungskanals übertragenen CDMA-Signals.
- 10 Das CDMA-Verfahren (CDMA: Code Division Multiple Access) ist ein Kanalzugriffsverfahren, das in zellularen Systemen, insbesondere im Mobilfunkbereich, eingesetzt wird. Dabei wird ein schmalbandiges Signal mittels Code zu einem breitbandigen Signal gespreizt. Die Teilnehmersignale der gleichzeitig im
- 15 selben Teilnehmerfrequenzband aktiven Teilnehmer werden durch Aufprägen von teilnehmerspezifischen CDMA-Codes bandgespreizt. Beim CDMA-Verfahren wird jedem Datensymbol ein möglichst unverwechselbarer Fingerabdruck aufgedrückt. Dies kann durch Verwendung orthogonaler OVSF-Codierer erreicht werden.
- 20 Fig. 1 zeigt eine Zelle eines zellular aufgebauten Mobilfunksystems, bei dem sich drei Teilnehmer bzw. User U1, U2, U3 innerhalb einer Mobilfunkzelle befinden und von der Basisstation BS ein CDMA-Sendesignal empfangen. Ein Teilnehmer U erhält ein CDMA-Signal von der Basisstation BS über eine physikalische Kanalstrecke H. Der physikalische Kanal H umfaßt eine Vielzahl von Signalausbreitungspfaden, die beispielsweise aufgrund von Reflexionen oder Signalstreuungen entstehen.
- 25 Fig. 2 zeigt ein einfaches Modell der Datenübertragung von der Basisstation zu einem Teilnehmer U. In der Basisstation wird ein Datenstrom $d(t)$ erzeugt, die durch einen CDMA-Sender der Basisstation gespreizt, codiert und zu einem Sendesignal $S(t)$ verwürfelt bzw. gescrambelt werden. Das Sendesignal gelangt über den physikalischen Kanal H als Empfangssignal $e(t)$
- 30
- 35

zu dem CDMA-Empfänger des Teilnehmers. In dem CDMA-Empfänger erfolgt die Entwürfelung sowie die Entspreizung bzw. Decodierung des Empfangssignals zu einem geschätzten Datenstrom $\hat{d}(t)$, der idealerweise dem Datenstrom $d(t)$ entspricht, die
5 der CDMA-Sender erhält.

Fig. 3 zeigt einen CDMA-Sender nach dem Stand der Technik. Der Sender erhält von verschiedenen Datenquellen parallel Datenströme d_1, d_2, \dots, d_k , die für verschiedene Teilnehmer bestimmt sind. Die Datenströme d werden in einer zugehörigen Spreizungsschaltung mit paarweise orthogonalen OVVSF-Codes gespreizt und codiert. Die gespreizten und codierten Datenströme werden einem Summierer zugeführt. Der Summierer überlagert die verschiedenen gespreizten und codierten Datenströme und
10 gibt den aufsummierten Datenstrom an eine Scrambling- bzw. Verwürfelungsschaltung ab. Der überlagerte Datenstrom wird gescrambelt bzw. verwürfelt und von der Basisstation BS als Sendedatenstrom s an die Teilnehmer U abgesendet. Die Verwürfelung bzw. das Scrambeln dient zur Identifikation der Basis-
15 station BS durch die Teilnehmer.

Fig. 4 zeigt einen CDMA-Empfänger nach dem Stand der Technik. Das von dem Teilnehmer U über eine Empfangsantenne A empfangene CDMA-Empfangssignal $e(t)$ wird einer Rake-
25 Empfangsschaltung zugeführt. Die Rake-Empfangsschaltung weist mehrere parallel zueinander verlaufende Signalpfade auf, die jeweils aus einer Verzögerungseinrichtung, einer Entwürfelungsschaltung und einer Entspreizungsschaltung bestehen. Die verschiedenen parallel geschalteten Signalpfade werden auch
30 als Rake-Finger bezeichnet. Durch die Rake-Empfangsschaltung werden die verschiedenen Signalkomponenten des übertragenen CDMA-Sendesignals, die aufgrund der verschiedenen Signalpfade des physikalischen Übertragungskanal entstehen, erfaßt. Dabei berücksichtigen die Verzögerungseinrichtung die verschiedenen Signallaufzeitverzögerungen auf den unterschiedlichen
35

Signalpfaden des Übertragungskanals. Die Verzögerungszeiten der Verzögerungseinrichtungen sind einstellbar und während des Empfangs des CDMA-Signals an den Übertragungskanal adaptierbar. Die verschiedenen Signalkomponenten des CDMA-
5 Empfangssignals werden in den verschiedenen Rake-Fingern entwürfelt bzw. descrambelt und anschließend mittels eines OVSF-Codes entspreizt. Ausgangsseitig werden die durch die Rake-Finger erfaßten CDMA-Signalkomponenten durch Multiplizierer mit Gewichtungskoeffizienten multipliziert und in einem Kom-
10 binierer zu einem Schätzdatensignal \hat{d} zusammengesetzt. Der Kombinierer ist eine Additionsschaltung, die die verschiedenen gewichteten Signalkomponenten addiert. Die Gewichtungskoeffizienten m werden in einer Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinheit auf der Grundlage von geschätzten Kanalkoeffizienten h berechnet, die durch eine Kanalschätzschaltung
15 ermittelt werden. Hierzu wird aus dem CDMA-Empfangssignal $e(t)$ eine Referenzdatensequenz durch eine Auskoppelschaltung ausgekoppelt, in einer Entwürfelungsschaltung entwürfelt bzw. descrambelt und nach erfolgter Entspreizung bzw. Despreiding
20 in einer Entspreizungsschaltung der Kanalschätzschaltung zugeführt.

Der in Fig. 4 gezeigte CDMA-Empfänger nach dem Stand der Technik weist jedoch den Nachteil auf, dass Signalinterferenzen
25 zwischen verschiedenen Teilnehmern bzw. Nutzern innerhalb einer Mobilfunkzelle nicht eliminiert werden können. Der in Fig. 4 dargestellte CDMA-Empfänger eignet sich nur zur Einzelteilnehmerdetektion, wobei die Intersymbol-Interferenz und die Vielfachzugriffsinterferenzen zwischen den Teilnehmern
30 nicht beseitigt werden und somit nur eine geringe Spektrums-effizienz erzielbar ist. Der in Fig. 4 gezeigte CDMA-Empfänger verfügt über keine Daten über die Spreizungscodes C_{SP} der übrigen Teilnehmer in der Zelle. Er kann daher Störungen, die aufgrund von Sendesignalen zu weiteren Teilneh-

mern in der Zelle entstehen, nicht berücksichtigen oder unterdrücken.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen
5 CDMA-Empfänger zu schaffen, bei dem Signalinterferenzen, die durch Sendesignale weiterer Teilnehmer hervorgerufen werden, beseitigt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen CDMA-Empfänger
10 mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Die Erfindung schafft einen CDMA-Empfänger zum Empfangen eines mit Chiptakt von einem Sender über verschiedene Signalfade eines physikalischen Übertragungskanals übertragenen
15 CDMA-Signals in einer Mehrteilnehmerumgebung, mit einer Empfangseinrichtung zum Empfang eines CDMA-Signals, einer Rake-Empfangsschaltung mit mehreren parallel geschalteten Verzögerungseinrichtung zur Detektion von über verschiedene Signalfade übertragenen Signalkomponenten des CDMA-Signals,
20 einer Kanalschätzschaltung zur Schätzung von Kanalkoeffizienten eines kombinierten Übertragungskanals mittels einer in dem empfangenen CDMA-Signal enthaltenen vorbestimmten Referenzdatensequenz,
25 einer Koeffizientenberechnungseinrichtung zur Berechnung von Gewichtungskoeffizienten für die verschiedenen Signalkomponenten des CDMA-Signals in Abhängigkeit von den geschätzten Kanalkoeffizienten und abgespeicherten Spreizungs- und Verwürfelungscodes,
30 einer Gewichtungsschaltung zur Gewichtung der Signalkomponenten mit den berechneten Gewichtungskoeffizienten, und mit einem Kombinierer zum Zusammensetzen der gewichteten Signalkomponenten zu einem geschätzten Empfangssignalsignal für die weitere Datenverarbeitung.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers besteht darin, dass die herkömmliche RAKE-Empfänger-Struktur beibehalten werden kann.

5 Durch den erfindungsgemäßen CDMA-Empfänger werden wirksam Signalinterferenzen zwischen verschiedenen Teilnehmern in einer Zelle beseitigt. Hierdurch kann die Anzahl der Teilnehmer innerhalb einer Zelle erhöht werden, und die Daten können mit einer höheren Datenrate an die Teilnehmer von der Basisstation
10 on aus übertragen werden. Aufgrund der Unterdrückung von Vielfachzugriffsinterferenzen wird auch die Bitfehlerrate durch den erfindungsgemäßen CDMA-Empfänger gesenkt.

Die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung ist vorzugsweise an eine Speichereinrichtung angeschlossen.
15

Die Speichereinrichtung speichert vorzugsweise Spreizungscodes der übrigen Teilnehmer sowie den Verwürfelungscode bzw. den Scrambling-Code des Senders ab.
20

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Kombinierer ein Addierer zur Addition der gewichteten Signalkomponenten.

Die Referenzdatensequenz wird vorzugsweise durch die Kanalschätzschaltung mit Chiptakt verarbeitet.
25

Die Verzögerungseinrichtungen der Rake-Empfangsschaltung verzögern das Empfangen des CDMA-Signals mit einer zugehörigen Zeitverzögerung, wobei sich die Zeitverzögerung zwischen den
30 verschiedenen Verzögerungseinrichtungen vorzugsweise um genau einen Chiptakt unterscheidet.

Die Empfangseinrichtung weist vorzugsweise eine Empfangsantenne und eine Abtastschaltung zum Abtasten des empfangenen
35 CDMA-Signals auf.

Vorzugsweise ist ferner eine Auskoppelschaltung zum Auskoppeln der Referenzdatensequenz aus dem empfangenen CDMA-Signal vorgesehen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers besteht die Gewichtungsschaltung aus einer Vielzahl von Multiplikationsschaltungen, die jeweils einer Verzögerungseinrichtung nachgeschaltet sind.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers ist ein Zwischenspeicher zum Zwischenspeichern der abgetasteten CDMA-Empfangsdaten vorgesehen.

Die Kanalschätzschaltung und die Gewichtungskoeffizientenberechnungseinheit werden vorzugsweise durch einen Ablauf eines entsprechenden Algorithmuses in einem DSP-Prozessor realisiert.

Im weiteren wird eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Mobilfunkzelle mit mehreren Teilnehmern;

Fig. 2 ein einfaches Datenkanalmodell;

Fig. 3 ein CDMA-Sender nach dem Stand der Technik;

Fig. 4 einen CDMA-Empfänger nach dem Stand der Technik;

Fig. 5 eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers.

5 Wie aus Fig. 5 zu erkennen, weist der erfindungsgemäße CDMA-Empfänger eine Empfangsantenne 1 auf, die zum Empfang eines von einer Basisstation abgesendeten CDMA-Signals dient, das durch die Antenne 1 als Empfangssignal $e(t)$ empfangen wird. Die Antenne 1 gibt das empfangene CDMA-Signal $e(t)$ über eine
10 Leitung 2 an einen Auskoppelknoten 3 ab, der über eine Leitung 4 mit einem Signaleingang 5 einer Rake-Empfangsschaltung 6 verbunden ist. Die Rake-Empfangsschaltung 6 weist eine Vielzahl von Verzögerungseinrichtung $7_1, 7_2, 7_n$ auf. Die Verzögerungseinrichtungen 7 sind zueinander über interne Signal-
15 leitungen $8_1, 8_2, 8_n$ parallel geschaltet, wobei die Signalleitungen 8 mit dem Signaleingang 5 der Rake-Empfangsschaltung 6 verbunden sind. Die Verzögerungseinrichtungen 7_1-7_n sind ausgangsseitig über Leitungen 9_1-9_n mit Multiplikationsschaltungen 10_1-10_n verbunden. Die Multiplikationsschaltungen 10_1-10_n
20 multiplizieren jeweils die von den Verzögerungseinrichtungen 7_1-7_n abgegebenen Signalkomponenten des CDMA-Empfangssignals mit Gewichtungskoeffizienten m_1-m_n , die über Leitungen 11_1-11_n von einer Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 abgegeben werden. Die Multiplikatorschaltungen 10_1-10_n bilden
25 zusammen eine Gewichtungsschaltung 13. Die durch die Multiplikatoren 10_1-10_n abgegebenen Signalkomponenten werden über Leitungen 14_1-14_n an einen Kombiniierer 15 abgegeben, der die verschiedenen gewichteten Signalkomponenten zu einem geschätzten Empfangssdatensignal $\hat{d}(t)$ zusammensetzt, das über
30 eine Datenleitung 16 zur weiteren Datenverarbeitung in dem Empfänger abgegeben wird.

Das über die Antenne 1 empfangene CDMA-Signal $e(t)$ enthält eine Referenzdatensequenz, die durch eine Auskoppelschaltung
35 17 am Auskoppelpunkt 3 ausgekoppelt wird. Die Auskoppelschal-

tung 17 ist hierzu über eine Leitung 18 mit dem Auskoppelknoten 3 verbunden. Die durch die Auskoppelschaltung 17 ausgekoppelte Referenzdatensequenz wird über eine Leitung 19 direkt einer Kanalschätzschaltung 20 zugeführt. Die Kanalschätzschaltung schätzt die Kanalkoeffizienten h des physikalischen Übertragungskanal H mittels der ausgekoppelten Referenzdatensequenz und gibt die ermittelten Kanalkoeffizienten h über eine Leitung 21 an die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 ab.

10

Die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 ist über eine Speicherausleseleitung 22 mit einer Speichereinrichtung 23 verbunden. In der Speichereinrichtung 23 sind die Spreizungscodes C_{SP} für die übrigen Teilnehmer U sowie der Verwürfelungscode bzw. der Scrambling-Code C_{SC} der Basisstationen BS abgespeichert. Die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 berechnet die Gewichtungskoeffizienten m für die verschiedenen Signalkomponenten des CDMA-Signals in Abhängigkeit von den geschätzten Kanalkoeffizienten h sowie den abgespeicherten Spreizungscodes C_{SP} und Verwürfelungscodes C_{SC} . Die berechneten Gewichtungskoeffizienten m werden über Leitung 11_1-11_n an die verschiedenen Multiplikatorschaltungen 10_1-10_n der Gewichtungsschaltung 13 abgegeben und dort mit den von den Verzögerungseinrichtungen 7_1-7_n abgegebenen Signalkomponenten multipliziert. Die derart gewichteten Signalkomponenten werden in dem Kombinierer 15 miteinander zu einem Schätzempfangsdatenstrom $\hat{d}(t)$ kombiniert. Der Kombinierer 15 ist dabei vorzugsweise ein Addierer, der die verschiedenen gewichteten Signalkomponenten aufsummiert.

30

Durch die Antenne 1 wird ein CDMA-Empfangssignal durch den Empfänger empfangen, das von dem Sendesignal s und dem physikalischen Übertragungskanal H abhängt. Der physikalische Übertragungskanal kann als eine aus vielen Kanalkoeffizienten h bestehende Datenmatrix H dargestellt werden. In Vektorschreibweise ergibt sich der Empfangsdatenvektor e zu:

35

$$\bar{e} = [H] \cdot \bar{s} \quad (1)$$

Der CDMA-Empfänger kann ebenfalls als Datenmatrix M dargestellt werden, wobei sich der Schätzdatenvektor aus dem Empfangsdatenvektor ergibt zu:

$$\hat{\bar{d}} = [M] \cdot \bar{e} \quad (2)$$

Somit hängt der Schätzdatenvektor $\hat{\bar{d}}$ von der Datenmatrix H des physikalischen Übertragungskanals sowie der Empfängermatrix M ab.

$$\hat{\bar{d}} = [M] \cdot [H] \bar{s} \quad (3)$$

15

Der Sendedatenvektor hängt von dem ursprünglich von einer Datenquelle an den Sender abgegebenen Daten d sowie dem Spreizungscode C_{SP} und dem Scrambling-Code C_{SC} ab. Im Sender wird, wie bereits in Zusammenhang mit Fig. 3 erläutert, der Datenstrom d zunächst mit einem Spreizungscode C_{SP} gespreizt und anschließend in einer Verwürfelungsschaltung mit einem Verwürfelungs- bzw. Scrambling-Code C_{SC} verwürfelt.

20

Somit ergibt sich der Schätzdatenvektor zu:

25

$$\hat{\bar{d}} = [M] [H] [C_{SP}] [C_{SC}] \cdot \bar{d} \quad (4)$$

30

Indem man den physikalischen Übertragungskanal (t) sowie die Spreizungsschaltung und die Verwürfelungsschaltung als einen zusammengesetzten bzw. kombinierten Kanal betrachtet, ergibt sich die Koeffizientenmatrix des zusammengesetzten bzw. kombinierten Kanals H' zu:

$$[H'] = [H] [C_{SP}] [C_{SC}] \quad (5)$$

Der Empfangsschätzdatenvektor \hat{d} hängt somit von der Koeffizientenmatrix des Empfängers M sowie der Koeffizientenmatrix H' des zusammengesetzten Kanals ab.

5

$$\hat{d} = [M] \cdot [H'] \cdot \bar{d} \quad (6)$$

Bei einem angenommenen, ideal geschätzten physikalischen Übertragungskanal müssen die Koeffizienten m der Empfängerma-
trix M derart durch die Gewichtungskoeffizienten-
Berechnungseinrichtung 12 eingestellt werden, dass gilt:

$$[M] \cdot [H'] \rightarrow I \quad (7)$$

15 wobei I der Einheitsmatrix entspricht.

Die Signalkoeffizienten h des physikalischen Übertragungskanals H erhält die Gewichtungskoeffizienten-
Berechnungseinrichtung 12 von der Kanalschätzschaltung 20 über die Leitung 21. Die Spreizungskoeffizienten C_{SP} der ortho-
gonalen OVVSF-Codes der übrigen Teilnehmer sind in dem
20 Speicher 23 abgespeichert und können über die Leitung 22 durch die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 ausgelesen werden.

25 Der Scrambling- bzw. Verwürfelungscode C_{SC} der Basisstationen BS's ist ebenfalls in dem Speicher 23 abgespeichert und wird zur Berechnung der Kanalkoeffizienten des zusammengesetzten Kanals H' durch die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 ausgelesen.

30

Die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 enthält einen Prozessor, der die in Gleichung 7 angegebene Berechnung durchführt und die Gewichtungskoeffizienten m des Empfängers derart berechnet, dass das Produkt aus der Empfän-

germatrix M und der Kanalkoeffizientenmatrix H' des zusammengesetzten Kanals sich der Einheitsmatrix I annähert.

Wie man durch Vergleich der Fig. 4, die den CDMA-Empfänger nach dem Stand der Technik darstellt, und der Fig. 5, die den erfindungsgemäßen CDMA-Empfänger darstellt, erkennen kann, ist der schaltungstechnische Aufbau des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers weniger komplex. Die Rake-Empfangsschaltung 6 des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers besteht lediglich aus den Verzögerungseinrichtungen 7_1-7_n und enthält keine Entwürfelungsschaltungen und Entspreizungsschaltungen für die jeweiligen Signalkomponenten. Darüber hinaus ist die Auskoppelschaltung 17 des erfindungsgemäßen CDMA-Empfängers direkt mit der Kanalschätzschaltung 20 über die Leitung 19 verbunden. Die Referenzdatensequenz, die durch die Auskoppelschaltung 17 ausgekoppelt wird, wird durch die Kanalschätzschaltung 20 mit Chiptakt T_c verarbeitet und nicht mit Symboldatentakt T_b . Die Verzögerungseinrichtung 7_1-7_n der Rake-Empfangsschaltung 6 verzögern das empfangene CDMA-Signal $e(t)$ mit einer zugehörigen Zeitverzögerung τ , wobei die Zeitverzögerung τ zwischen den verschiedenen Verzögerungseinrichtungen 7_1-7_n sich um genau einen Chiptakt T_c unterscheidet.

Der erfindungsgemäße CDMA-Empfänger verfügt über den Speicher 23, in dem die Spreizungs- bzw. Spreading-Codes C_{sp} aller Teilnehmer und der Verwürfelungscodes C_{sc} der Basisstationen BS abgespeichert sind. Hierdurch kann der erfindungsgemäße CDMA-Empfänger bei der Berechnung der Gewichtungskoeffizienten m die orthogonalen Spreizungscodes der übrigen Teilnehmer in der Zelle und somit deren Empfangssignal mitberücksichtigen. Dabei berechnet die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung 12 die Gewichtungskoeffizienten m derart, dass Signalinterferenzen durch die an die übrigen Teilnehmer abgegebenen CDMA-Sendesignale unterdrückt bzw. beseitigt werden. Die Kanalschätzschaltung 20 schätzt dabei den

Übertragungskanal H auf Chiptaktebene T_c und nicht auf Datensymbolebene T_D .

5 Durch die abgespeicherten Spreading- bzw. Spreizungscodes der übrigen Teilnehmer ermöglicht der erfindungsgemäße CDMA-Empfänger eine Mehrteilnehmerdetektion, die sowohl Intersymbolinterferenz als auch Vielfachzugriffsinterferenz berücksichtigt und somit eine erhöhte Spektrumeffizienz aufweist.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-------------|----------------------------|
| | 1 | Antenne |
| | 2 | Leitung |
| 5 | 3 | Auskoppelknoten |
| | 4 | Leitung |
| | 5 | Signaleingang |
| | 6 | Rake-Empfangsschaltung |
| | 7_1-7_n | Verzögerungseinrichtungen |
| 10 | 8_1-8_n | Signalleitungen |
| | 9_1-9_n | Signalleitungen |
| | 10_1-10_n | Multiplikationsschaltungen |
| | 11_1-11_n | Leitungen |
| | 13 | Gewichtungsschaltung |
| 15 | 14_1-14_n | Signalleitungen |
| | 15 | Kombinierer |
| | 16 | Ausgangsleitung |
| | 17 | Auskoppelschaltung |
| | 18 | Leitung |
| 20 | 19 | Leitung |
| | 20 | Kanalschätzschaltung |
| | 21 | Leitung |
| | 22 | Speicherausleseleitung |
| | 23 | Speichereinrichtung |
| 25 | | |

Patentansprüche

1. CDMA-Empfänger zum Empfangen eines mit Chiptakt von einem Sender über verschiedene Signalpfade eines physikalischen Übertragungskanal übertragenen CDMA-Signals in einer Mehrteilnehmerumgebung mit:
- (a) einer Empfangseinrichtung (1) zum Empfang des CDMA-Signals;
 - (b) einer Rake-Empfangsschaltung (6) mit mehreren parallel geschalteten Verzögerungseinrichtungen (7_1-7_n) zur Detektion der über die verschiedenen Signalpfade übertragenen Signalkomponenten des CDMA-Signals;
 - (c) einer Kanalschätzschaltung (20) zur Schätzung von Kanalkoeffizienten h eines Übertragungskanal H mittels einer in dem empfangenen CDMA-Signal enthaltenen vorbestimmten Referenzdatensequenz;
 - (d) einer Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung zur Berechnung von Gewichtungskoeffizienten m für die verschiedenen Signalkomponenten des CDMA-Signals in Abhängigkeit von den geschätzten Kanalkoeffizienten h und abgespeicherten Spreizungs- und Verwürfelungscodes;
 - (e) einer Gewichtungsschaltung (12) zur Gewichtung der Signalkomponenten mit den berechneten Gewichtungskoeffizienten m ; und mit
 - (f) einem Kombiniierer (15) zum Zusammensetzen der gewichteten Signalkomponenten zu einem geschätzten Empfangssignalsignal.
2. CDMA-Empfänger nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung (12) an einer Speichereinrichtung (23) angeschlossen ist.
3. CDMA-Empfänger nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass in der Speichereinrichtung (23) Spreizungscodes C_{SP} der Teilnehmer und Verwürfelungscodes C_{SC} der Sender abgespeichert sind.

- 5 4. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Kombinerer (15) ein Addierer zum Addieren der gewichteten Signalkomponenten ist.
- 10 5. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Referenzdatensequenz durch die Kanalschätzschaltung (20) mit Chiptakt T_c verarbeitet wird.
- 15 6. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Verzögerungseinrichtungen (7_1-7_n) der Rake-Empfangsschaltung (6) das empfangene CDMA-Signal mit einer zugehörigen Zeitverzögerung τ verzögern, wobei die Zeitverzö-
20 gerung τ zwischen den verschiedenen Verzögerungseinrichtungen sich um genau einen Chiptakt T_c unterscheidet.
- 25 7. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Empfangseinrichtung (1) eine Empfangsantenne ist,
der eine Abtastschaltung zum Abtasten des CDMA-Empfangssignals nachgeschaltet ist.
- 30 8. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Auskoppelschaltung (17) zum Auskoppeln der Referenzdatensequenz aus dem empfangenen CDMA-Empfangssignal vorgesehen ist.
- 35 9. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Gewichtungsschaltung (13) aus einer Vielzahl von
Multiplikationsschaltungen (10_1-10_n) besteht, die jeweils ei-
ner Verzögerungseinrichtung (7_1-7_n) nachgeschaltet sind.

5

10. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass ein Zwischenspeicher zum Zwischenspeichern der abgetas-
teten Empfangsdaten des CDMA-Empfangssignals vorgesehen ist.

10

11. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Kanalschätzschaltung (20) ein DSP-Prozessor ist.

15 12. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung (12)
ein DSP-Prozessor ist.

20 13. CDMA-Empfänger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Speichereinrichtung (23) ein RAM-Speicher ist.

1/3

FIG 1

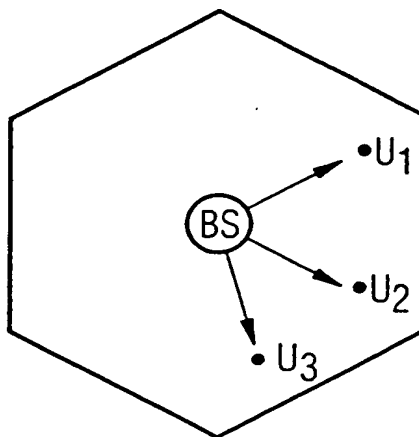


FIG 2

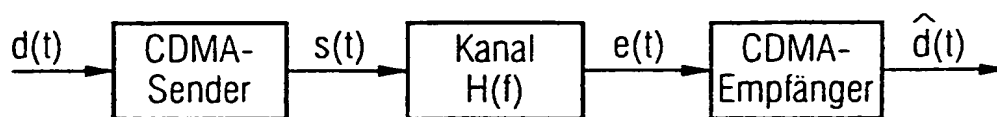
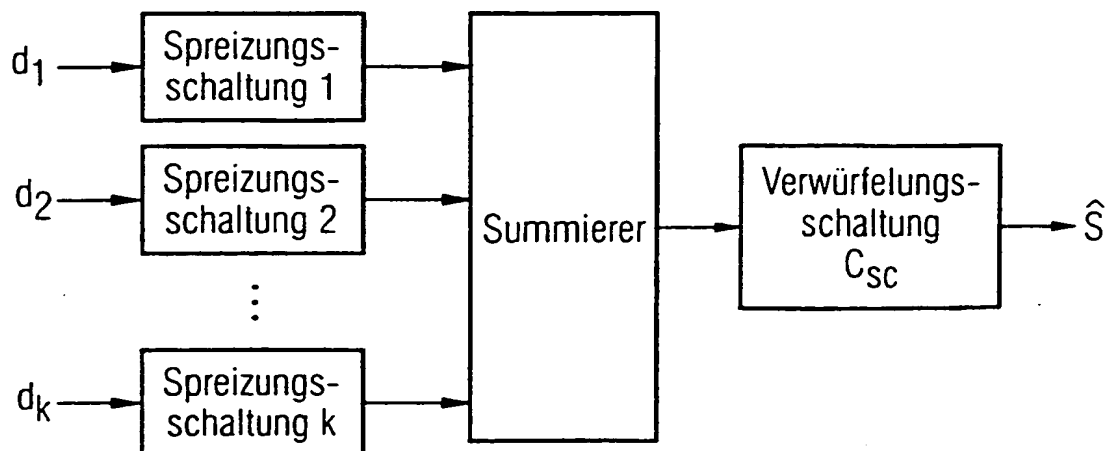


FIG 3

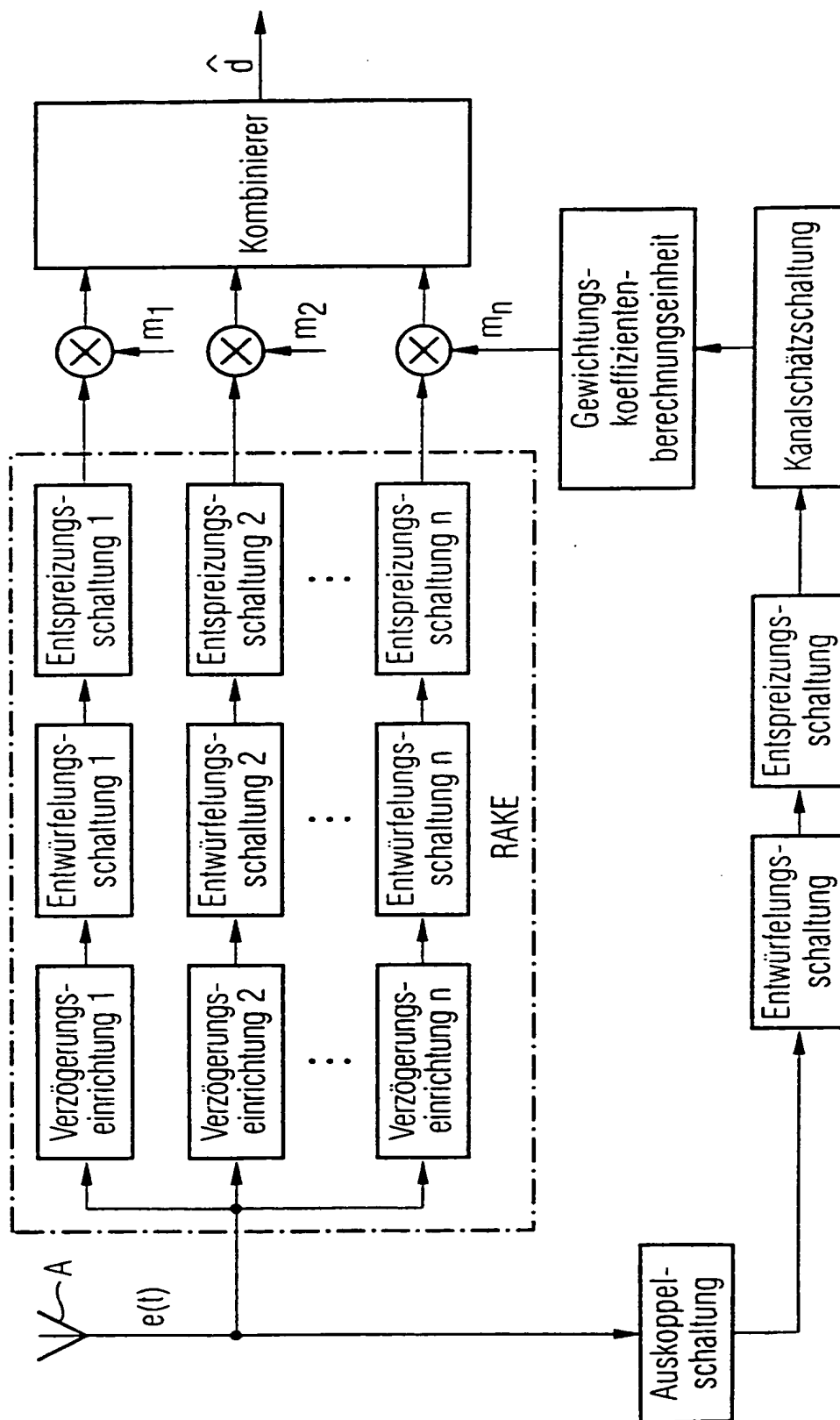
Stand der Technik



THIS PAGE BLANK (USPTO)

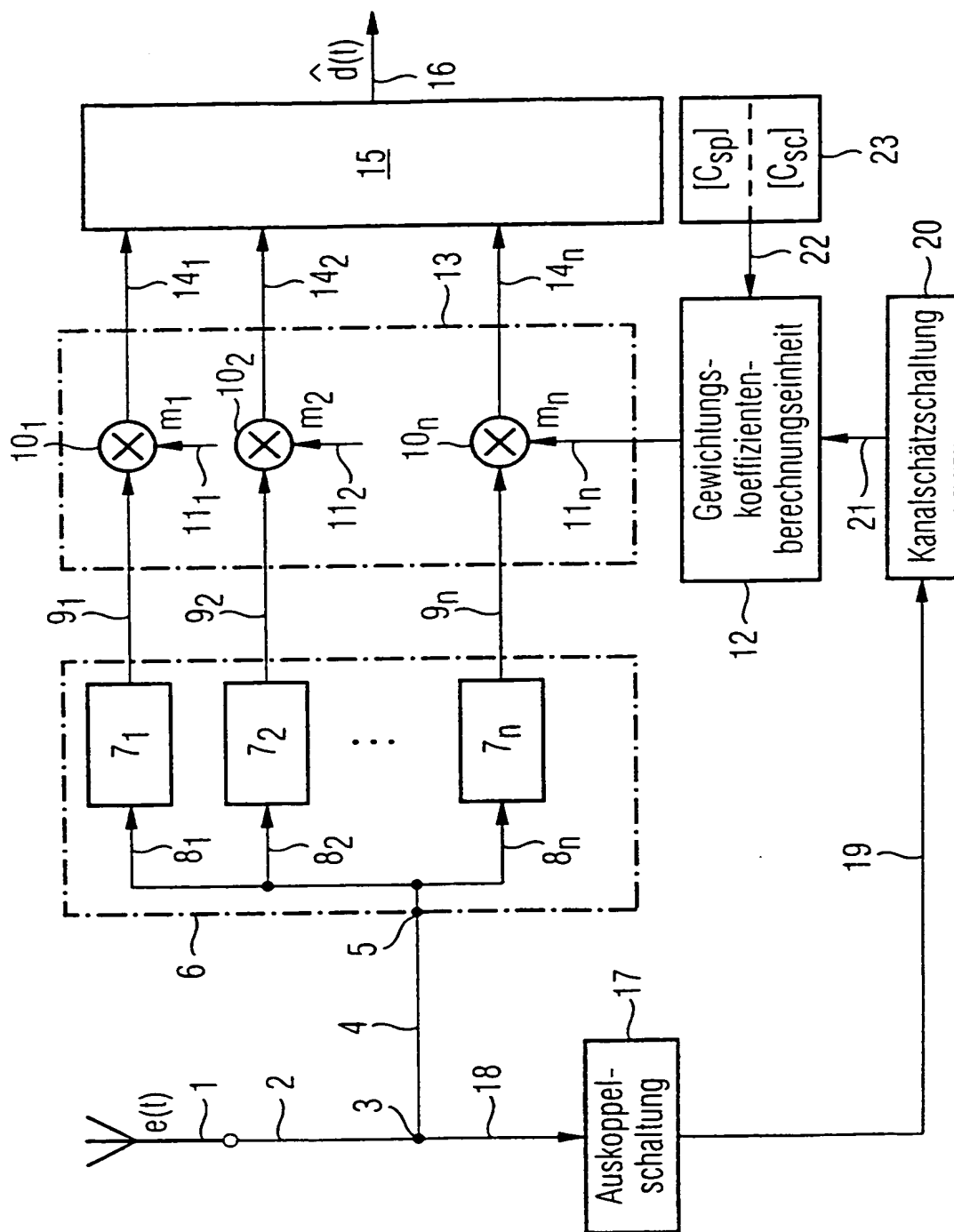
2/3

FIG 4 Stand der Technik



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Juli 2001 (26.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/54322 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04B 1/707

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00494

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Januar 2001 (17.01.2001)

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DOETSCH, Markus
[DE/CH]; Haselozweg 26, CH-3098 Schliern (CH).
KELLA, Tideya [CM/DE]; Tumblingerstrasse 54/42,
80337 München (DE). SCHMIDT, Peter [DE/DE];
Bahnhofstrasse 32, 67167 Erpolzheim (DE). JUNG,
Peter [DE/DE]; Im Rabental 28, 67697 Otterberg (DE).
PLECHINGER, Joerg [DE/DE]; Westermühlstrasse 16,
80469 München (DE). SCHNEIDER, Michael [DE/DE];
St.-Martin-Strasse 44A, 81541 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

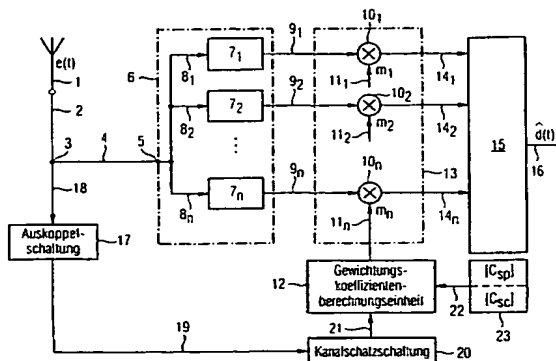
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 01 649.9 17. Januar 2000 (17.01.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CDMA RECEIVER

(54) Bezeichnung: CDMA-EMPFÄNGER



17...DECOUPLING CIRCUIT
12...WEIGHTING COEFFICIENT CALCULATION UNIT
20...CHANNEL ESTIMATION CIRCUIT

(57) Abstract: The invention relates to a CDMA receiver for receiving, in a multiple subscriber environment, a CDMA signal transmitted with a chip rate by a transmitter via different signal paths of a physical transmission channel. Said CDMA receiver comprises: a receiving device (1) for receiving the CDMA signal; a rake receive circuit (6) with a number of parallelly connected delay devices (7_1 - 7_n) for detecting the signal components of the CDMA signal that are transmitted via the different signal paths; a channel estimation circuit (20) for estimating the channel coefficients h of a transmission channel H by using a predetermined reference data sequence contained in the received CDMA signal; a weighting coefficient calculation device for calculating weighting coefficients m for the different signal components of the CDMA signal according to the estimated channel coefficients h and to the stored spread codes and scrambling codes; a weighting circuit (12) for weighting the signal components with the calculated weighting coefficients m , and; a combiner (15) for combining the weighted signal components to form an estimated received data signal.

(57) Zusammenfassung: CDMA-Empfänger zum Empfangen eines mit Chiptakt von einem Sender über verschiedene Signalpfade eines physikalischen Übertragungskanals übertragenen CDMA-Signals in einer Mehrteilnehmerumgebung mit: einer Empfangseinrichtung (1) zum Empfang des CDMA-Signals; einer Rake-Empfangsschaltung (6) mit mehreren parallel geschalteten Verzögerungseinrichtungen (7_1 - 7_n) zur Detektion der über die verschiedenen Signalpfade übertragenen Signalkomponenten des CDMA-Signals; einer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(74) **Anwalt: BARTH, Stephan;** Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, Friedrichstrasse 31, Postfach 44 01 51, 80750 München (DE).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CN, JP, KR, US.

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts:

27. Dezember 2001

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Kanalschätzschaltung (20) zur Schätzung von Kanalkoeffizienten h eines Übertragungskanals H mittels einer in dem empfangenen CDMA-Signal enthaltenen vorbestimmten Referenzdatensequenz; einer Gewichtungskoeffizienten-Berechnungseinrichtung zur Berechnung von Gewichtungskoeffizienten m für die verschiedenen Signalkomponenten des CDMA-Signals in Abhängigkeit von den geschätzten Kanalkoeffizienten h und abgespeicherten Spreizungs- und Verwürfelungscodes; einer Gewichtungsschaltung (12) zur Gewichtung der Signalkomponenten mit den berechneten Gewichtungskoeffizienten m ; und mit einem Kombinerer (15) zum Zusammensetzen der gewichteten Signalkomponenten zu einem geschätzten Empfangssignalsignal.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/00494

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B1/707

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | US 5 812 542 A (BRUCKERT EUGENE J ET AL) 22 September 1998 (1998-09-22) abstract; figures 1-3 column 6, line 4 - line 57 column 10, line 46 - line 62 ----- | 1,4,7,9, 11,12 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2001

Date of mailing of the international search report

19/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Amadei, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/00494

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5812542 A | 22-09-1998 | CN 1166727 A | 03-12-1997 |
| | | FR 2746233 A | 19-09-1997 |
| | | GB 2311445 A,B | 24-09-1997 |
| | | JP 9261203 A | 03-10-1997 |
| | | KR 251334 B | 15-04-2000 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00494

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04B1/707

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 812 542 A (BRUCKERT EUGENE J ET AL) 22. September 1998 (1998-09-22) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Spalte 6, Zeile 4 - Zeile 57 Spalte 10, Zeile 46 - Zeile 62 ----- | 1,4,7,9, 11,12 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juli 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/07/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Amadei, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/00494

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5812542 A | 22-09-1998 | CN 1166727 A | 03-12-1997 |
| | | FR 2746233 A | 19-09-1997 |
| | | GB 2311445 A, B | 24-09-1997 |
| | | JP 9261203 A | 03-10-1997 |
| | | KR 251334 B | 15-04-2000 |